






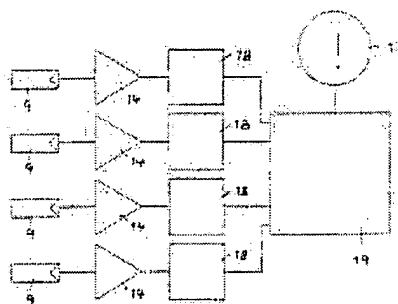
**Optical data transmitter for car traffic - has photosensitive sensor with optical focussing OS reception beam, and directional control****Publication number:** DE4239863 (A1)**Publication date:** 1993-04-29**Inventor(s):** SAUER GERD [DE]**Applicant(s):** SAUER GERD [DE]**Classification:****- international:** H04B10/10; H04B10/10; (IPC1-7): B60Q1/00; G08C17/00; H04B1/02; H04B10/10; H04L1/06**- European:** H04B10/10N2**Application number:** DE19924239863 19921127**Priority number(s):** DE19924239863 19921127**Cited documents:** DE1913454 (B2) DE1959331 (A1) DE1815671 (A1) DE1566883 (A1) EP0482472 (A2)

more &gt;&gt;

**Abstract of DE 4239863 (A 1)**

The transmitter has at least one data transmitter in the form of a modulated light source and at least one data receiver in the form of a photosensitive sensor. The latter contains an optical device, restricting its reception range to a focussed reception beam, while a control aligns the reception beam onto the optical data source to be received. Pref. the reception beam is swivelable. Typically the focussed transmit beam follows the focussed reception beam in a system in which several optical receivers are used. The reception beams may be arranged in a horizontal aligned line.

**USE/ADVANTAGE** - Data transmission between cars and between the latter and fixed stations, with increased transmission range and reduced interference by external light sources.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 42 39 863 A 1**

⑳ Aktenzeichen: P 42 39 863.0  
㉑ Anmeldetag: 27. 11. 92  
㉒ Offenlegungstag: 29. 4. 93

㉓ Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**H 04 B 10/10**  
H 04 B 1/02  
G 08 C 17/00  
H 04 L 1/06  
B 60 Q 1/00

DE 42 39 863 A 1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

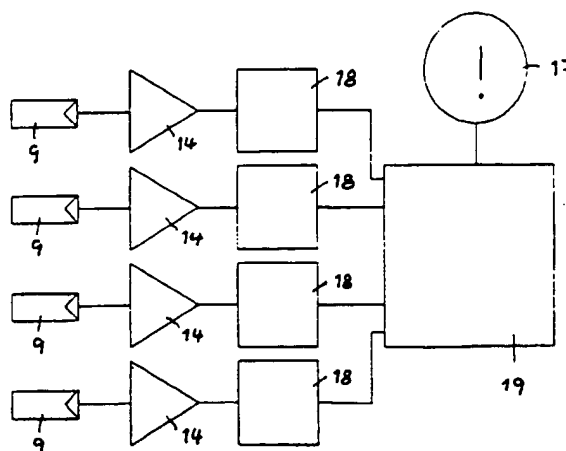
㉔ Anmelder:  
Sauer, Gerd, 5190 Stolberg, DE

㉕ Erfinder:  
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉖ **Optische Datenübertragung**

㉗ Eine Datenübertragungseinrichtung für Fahrzeuge besteht auf der Empfängerseite aus mehreren Empfangskanälen, die durch Auffächerung eines Empfangsstrahls in einzelne Segmente entstehen. Jedes Strahl-Segment bildet mit einem photoempfindlichen Sensor (9) einen Empfangskanal. Durch eine Signal- und Daten-Bewertungseinrichtung (18, 19) wird ein Kanal mit ausreichendem Störabstand selektiert und für die Weiterleitung der Daten an eine Ausgabeeinrichtung (17) freigegeben.



DE 42 39 863 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Übertragung von Daten zwischen Fahrzeugen untereinander und zwischen Fahrzeugen und festen Stationen, mit Hilfe von moduliertem Licht oder lichtähnlichen Wellen, wobei auf der Empfangsseite eine Empfangseinrichtung existiert, die mit Hilfe eines Datenempfängers in Form eines photoempfindlichen Sensors die optischen Daten in elektrische zurückwandelt.

Datenübertragungseinrichtungen mit Hilfe modulierter lichtähnlicher Strahlung sind bekannt. Sie werden als stationäre Einrichtungen für Reichweiten bis zu 200 Meter eingesetzt.

Für den Fahrzeugverkehr existieren solche Einrichtungen für relativ kurze Übertragungswege von maximal 50 Meter.

Bei stationärer Übertragung wird üblicherweise ein sehr stark gebündelter Sendestrahle in Richtung auf den Empfänger abgestrahlt, und der Empfänger selbst wird präzise auf den Sender ausgerichtet. Im Extremfall lassen sich mit solchen Anordnungen Reichweiten im Kilometerbereich überbrücken. Bei Mobilbetrieb ist keine Ausrichtung von Sender und Empfänger aufeinander möglich, da sich die Fahrzeuge laufend bewegen.

Vereinfacht wird die Situation, wenn sich die Mobilstationen auf festgelegten Routen bewegen. Dies ist zum Beispiel im Straßenverkehr der Fall. Hier genügt eine grobe Ausrichtung in Richtung der Fahrzeughängsachse.

Die am Fahrzeug vorhandenen optischen Signalgeber, wie Scheinwerfer und Rückleuchten, arbeiten bereits mit diesem Prinzip. Moduliert man sie, so hat man schon recht brauchbare ausgerichtete optische Datensender.

Etwas schwieriger sieht es mit dem optischen Empfänger aus. Eine grobe Ausrichtung in Fahrzeughängsachse verbessert zwar die Empfindlichkeit erheblich, jedoch befinden sich auf der Straße zumindest bei Dunkelheit neben den Datenlichtquellen in den meisten Fällen noch mehrere nicht modulierte Störlichtquellen. Diese verstopfen den Empfangssensor und verringern damit seine Empfindlichkeit erheblich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Reichweite des optischen Datenübertragungssystems mit Hilfe geeigneter optischer und elektronischer Maßnahmen besonders auf der Empfängerseite zu vergrößern und gleichzeitig Störungen, die durch andere Lichtquellen hervorgerufen werden, zu beseitigen.

Gemäß der Erfindung wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß das Sichtfeld des Empfängers mit Hilfe einer Optik mit langer Brennweite so eingeeengt wird, daß der Empfangssensor nur noch in einem kleinen Winkelbereich Licht oder lichtähnliche Strahlen empfängt. Die Einengung des Empfangswinkels mit Hilfe eines Teleobjektivs vergrößert die Reichweite des optischen Empfängers erheblich. Nachteilig ist allerdings, daß durch das eingeengte Sichtfeld nur durch Zufall eine optische Datenquelle empfangen wird; nämlich dann, wenn der Empfangsstrahl, das heißt der Winkelbereich, in dem der Photoempfänger sensitiv ist, auf die modulierte Lichtquelle ausgerichtet ist. Dieser Nachteil muß durch geeignete Maßnahmen wieder beseitigt werden.

Eine mögliche Lösung dieses Problems besteht in einer Nachführanordnung für den Empfangssensor. Solche Einrichtungen sind bekannt, zum Beispiel von Sonnenkollektoren, die durch geeignete Sensoren und Stellmotoren immer auf die Sonne ausgerichtet werden.

Für die optische Datenübertragung kommt allerdings erschwerend hinzu, daß nicht nur auf Datenlichtquellen ausgerichtet werden muß. Die Nachführeinrichtung muß auch zwischen modulierten und unmodulierten Lichtquellen unterscheiden können. Unmodulierte Lichtquellen werden dann als nicht empfangswürdig ausgeschieden.

Die Nachführung selbst kann über mechanische Stellglieder, wie Servomotoren, erfolgen. Allerdings wird die nötige Nachführgeschwindigkeit dabei Probleme bereiten.

Eine elegantere und effektivere Methode besteht in der Verwendung des Diversity-Prinzips. Hierzu werden mehrere optische Empfänger mit starr ausgerichteten Sensoren benutzt. Jedem Empfangskanal ist ein spezieller Raumwinkel zugeteilt. Eine Selektionslogik entscheidet, welcher Kanal für den Empfang freigegeben werden kann. Als Freigabekriterium für den entsprechenden Kanal dienen die Modulation des Lichtträgers und ein ausreichender Signal/Störabstand. Der Lichtkanal, der diese Bedingungen erfüllt, wird als Datenkanal freigegeben. Diese Methode hat nicht nur den Vorzug der Schnelligkeit, sondern ermöglicht auch die Selektion mehrerer Datenstationen zur gleichen Zeit.

Zur Realisierung ist folgender Weg gangbar: In der Fahrzeughängsachse wird durch eine entsprechende Linsenanordnung ein mehrfach sektorierter Empfangsbereich aufgebaut. Jeder Sektor stellt einen eigenen Empfangskanal dar. Nach einer Vorverstärkerstufe werden die einzelnen Kanäle in einem Selektionsschalter zusammengeführt.

Dem Selektor folgt eine Bewertungsstufe, welche die Empfangsqualität des Signals prüft und bei Unterschreitung eines Mindestpegels an den Selektor den Befehl zum Weiterschalten gibt. Im Prinzip ist der Aufbau ähnlich einer Antennendiversity-Schaltung, wie sie für den Empfang von Hochfrequenz-Sendern unter schwierigen Empfangsverhältnissen eingesetzt wird.

Bei der Datenübertragung zwischen mobilen Stationen kommt es häufiger vor, daß mehrere Stationen gleichzeitig ihre Daten absetzen. Das führt im allgemeinen zum Verlust beider Datensätze. Für solche Fälle ist es hilfreich, wenn mehrere parallele Datenkanäle im Empfänger existieren. Die Schaltung für die Qualitätsbewertung wird in diesem Fall ergänzt durch einen Datenvergleich, der dafür sorgt, daß die beiden Datenkanäle auf unterschiedliche Datensender eingestellt sind. Mit zwei Datenkanälen können so zwei Datensender zur gleichen Zeit empfangen werden.

Da sich sowohl Sender als auch Empfänger bewegen, bleibt die empfangene Station nicht sehr lange in einem Empfangskanal, sondern wechselt in den benachbarten. Um die Daten nicht auf diese Weise zu verlieren, werden sie im Auswerterechner unabhängig vom Empfangskanal ihrem Sender zugeordnet und in logischen Kanälen verwaltet.

Hierbei wird davon ausgegangen, daß die Datensender ihre Daten in Paketform, wie es in der Datenfernübertragungstechnik üblich ist, absenden. In jedem Datenpaket ist eine Kennung enthalten, die den individuellen Absender kennzeichnet. Damit lassen sich Datenpakete die von einem Absender stammen, im Speicher des Empfängers-Rechners sammeln und zu einem logischen Kanal zusammenfügen.

Die Aufteilung des Empfangsbereichs in mehrere Sektoren läßt sich auf verschiedene Arten verwirklichen: Im einfachsten Fall werden mehrere optische Sensoren im Brennpunkt jeweils einer Linse angeordnet.

Entsprechend der Detektorfläche wird eine Linsenbrennweite gewählt, die einen Empfangsstrahl mit etwa 2 bis 5 Grad Öffnungswinkel erzeugt. Durch eine linienförmige Anordnung mehrerer Detektor/Linsen-Kombinationen in horizontaler Richtung läßt sich eine lückenlose Erfassung eines größeren Winkelbereichs erreichen. Je feiner die Winkelerfassung gewählt ist, desto höher wird die Empfangsempfindlichkeit.

Um den Aufwand und die mechanischen Dimensionen einer solchen optischen Diversity-Empfangseinrichtung zu verringern, kann man auch anstelle mehrerer Einzellinsen eine Einzel-Linse verwenden, die in Front vor einer Detektorzeile angeordnet ist.

Man kann noch weiter gehen, und anstelle von einzelnen Detektordioden integrierte Diodenarrays verwenden. Die Einzeldioden befinden sich dann linienförmig auf einem gemeinsamen Substrat.

Als weiterer Integrationsschritt ist denkbar, daß man die Vorverstärkerstufen zusammen mit dem Selektionsschalter und den Empfangssensoren auf einem Substrat integriert.

Die vorteilhafte Ausgestaltung und Weiterbildung der Erfindung ergibt sich aus den Unteransprüchen und aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele anhand von Zeichnungen.

Von den Zeichnungen zeigt

Fig. 1 ein Fahrzeug mit einer in horizontaler Richtung schwenkbarer Sende/Empfangskeule;

Fig. 2 ein Fahrzeug mit einer in horizontaler Richtung segmentierter Empfangskeule;

Fig. 3 ein Fahrzeug mit einer erfindungsgemäßen Sende- und Empfangs-Strahlausstattung;

Fig. 4 eine Anordnung optischer Sensoren mit Einzelausrichtung;

Fig. 5 eine Anordnung optischer Sensoren mit gemeinsamer Optik;

Fig. 6 eine Anordnung optischer Sensoren in Array-Form;

Fig. 7 eine 2-kanalige Empfangseinrichtung;

Fig. 8 eine 4-kanalige Empfangseinrichtung für Parallel-Empfang.

Fig. 1 zeigt ein Fahrzeug 1 mit einem keulenförmigen Lichtstrahl 2, wie er von einem normalen Scheinwerfer erzeugt wird. Dieselbe Keule entsteht als Linie gleicher Empfindlichkeit, wenn das optische System anstelle der Lampe mit einem optischen Sensor bestückt ist. Zur Datenübertragung wird der Lichtstrahl 2 moduliert. Um die Reichweite der Datenübertragung zu erhöhen, kann der Lichtkegel 2 dem Straßenverlauf nachgeführt werden. Auf der Empfangsseite besteht die gleiche Möglichkeit, durch Schwenken des Empfangskegels. Hierzu ist eine Nachsteuerung erforderlich, die den Empfangskegel 2 immer auf die Richtung mit der höchsten Empfangsspannung einstellt.

Fig. 2 zeigt ein Fahrzeug 1 mit einem aufgefächerten Empfangsstrahl 3. Anstelle eines beweglichen Empfangskegels wurde hier ein breiter, horizontaler, in mehrere Segmente 4 aufgefächelter Empfangsstrahl verwendet. Jedes Segment 4 bildet einen eigenen unabhängigen Empfangsstrahl. Mit einem nachgeschalteten Multikanalempfänger kann der Kanal mit dem besten Übertragungsverhalten ausgewählt werden. Natürlich kann nach diesem Prinzip auch der Sendestrahle gesteuert werden. Besonders wirkungsvoll läßt sich die Reichweite dadurch erhöhen, daß ein Sendestrahle in der Richtung des optimalen Empfangsstrahle aktiviert wird.

Fig. 3 zeigt die gesamte Anordnung einer optischen Datenübertragungseinrichtung an einem Fahrzeug 1

mit einem Sendestrahle 5 und einem aufgefächerten Empfangsstrahl 6 im Frontbereich des Fahrzeugs dar. Analog dazu ist im Heckbereich des Fahrzeugs 1 ebenfalls ein Sendestrahle 7 und ein aufgefächelter Empfangsstrahl 8 für den rückwärtigen Straßenbereich vorhanden. Als Sendekegel wird ein kräftiger Strahl 5 und 7 jeweils nach vorn und hinten in der Fahrzeuglängsachse gewählt. Die Empfangskegel 6 und 8 nach vorne und hinten werden jeweils aufgefächert. Durch entsprechende Gestaltung der Optik wird erreicht, daß die Empfangskegel in Richtung der Fahrzeuglängsachse schmaler sind und damit eine höhere Reichweite besitzen. Zur Seite hin werden sie breiter und unempfindlicher. Hiermit wird die Geometrie der Empfangskeule an die Straßengeometrie angepaßt.

Fig. 4 stellt den grundsätzlichen Aufbau einer Multi-sensoranordnung dar. Jedem optischen Sensor 9 ist eine Abbildungsoptik 10 zugeordnet, die für die Eingrenzung des Blickwinkels des Sensors und die Erhöhung der Sensorempfindlichkeit in dieser Richtung sorgt. Durch entsprechende Ausrichtung der einzelnen Sensoren entstehen lückenlos aneinandergereihte Empfangssektoren.

Fig. 5 zeigt die gleiche Sensoranordnung wie in Fig. 4, wobei die Einzellinsen 10 durch eine einzige Linse 11 ersetzt wurde. Die Geometrie der Empfangssektoren wird in diesem Fall durch die Größe und Verteilung der optischen Sensoren gestaltet. Zur Vereinfachung des Aufbaus ist es sinnvoll, die Einzelsensoren 9 durch ein Sensoren-Array zu ersetzen. Auch hier wird die Segmentierung mit Hilfe der Verteilung der Einzelsensoren auf dem Array gestaltet.

Fig. 6 stellt eine kompakte Sensoranordnung dar, mit einer Abbildungslinse 12 mit asphärischer Kontur, mit deren Hilfe die ungleichmäßige Struktur der segmentierten Empfangsstrahlen 6 und 8 in Fig. 3 erzeugt werden kann. Die Sensoren 13 sind hier linienförmig in Arrayform angeordnet.

Fig. 7 zeigt als Beispiel eine 2-kanalige Empfangsanordnung bestehend aus den optischen Sensoren 9, den Vorverstärkern 14, einer Signalbewertungs- und Auswahl-Schaltung 15 einer Datenbewertungsschaltung 16 und einer Anzeigeeinheit 17.

Das modulierte optische Signal wird zunächst durch die Sensoren 9 in ein elektrisches Signal umgewandelt. Die Verstärker 14 sind frequenzselektiv und verstärken das Nutzsignal soweit, daß es von der nachfolgenden Signalbewertungsstufe weiterverarbeitet werden kann. Die Signalbewertungsstufe 15 wählt zunächst einen der Kanäle aus und prüft das Signal auf ausreichenden Störabstand. Bei positivem Prüfergebnis wird der Kanal beibehalten und das Signal an den nachfolgenden Datenbewerter 16 weitergegeben. Bei zu niedrigem Störabstand wird ein anderer Kanal ausgewählt. Der Datenbewerter 16 demoduliert den digitalen Datenstrom, der aus dem Signalbewerter kommt, in Datenworte. Mit Hilfe üblicher Prüfalgorithmen mit Prüfsummenvergleich werden die Datenworte auf Richtigkeit überprüft und gegebenenfalls korrigiert. Stellt der Datenbewerter 16 nicht-korrigierbare Datenworte fest, gibt er an den Signalbewerter 15 einen Umschaltbefehl zurück, so daß dieser trotz ausreichendem Störabstand einen besseren Kanal sucht.

Der Datenbewerter 16 hat weiterhin die Aufgabe den Inhalt der Datenworte zu prüfen, zu dekodieren und Form an die Ausgabeeinheit 17 weiterzugeben. Diese gibt sie in geeigneter Form als Zeichen oder Graphik in einem Display aus, oder wandelt sie in eine für den Menschen verständliche Tonfolge, wie zum Beispiel

Sprache um.

Fig. 8 zeigt eine 4-kanalige optische Datenempfangs-  
einrichtung mit paralleler Datenverarbeitung. Die opti-  
schen Sensoren 9 wandeln das optische Signal in ein  
elektrisches Signal um, was dann von den frequenzse-  
lektiven Verstärkern 14 verstärkt und in getrennten Si-  
gnalbewertungsstufen 18 auf ausreichenden Störab-  
stand überprüft wird. Die Signalbewertungsstufen 18  
führen anschließend eine Daten-Bewertung und Kor-  
rektur durch. Einwandfreie Datensätze aus den Signal-  
bewertern 18 werden parallel an den Datenmultiplexer  
19 weitergegeben. Der Datenmultiplexer 19 besteht aus  
einem schnellen Rechner, der in der Lage ist, große  
Datenmengen aufzunehmen, sie zu sortieren und, bezo-  
gen auf die Datenquellen hin, logischen Kanälen zuzu-  
ordnen. Die Daten werden kanalbezogen zwischenge-  
speichert und falls nötig, in einer Datenausgabereinheit  
17 optisch oder akustisch ausgegeben.

#### Patentansprüche

1. Optische Datenübertragungseinrichtung insbe-  
sondere für den Straßenverkehr mit Fahrzeugen  
mit wenigstens einem Datensender in Form einer  
modulierten Lichtquelle und wenigstens einem Da-  
tenempfängers in Form eines photoempfindlichen  
Sensors, **dadurch gekennzeichnet**, daß der photo-  
empfindliche Sensor mit einer optischen Einrich-  
tung versehen ist, die den Empfangsbereich des  
Sensors zu einem gebündelten Empfangsstrahl ein-  
engt und einer Steuereinrichtung, die den Emp-  
fangsstrahl auf die zu empfangende optische Da-  
tenquelle ausrichtet.
2. Optische Datenübertragungseinrichtung nach  
Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Emp-  
fangsstrahl (2) schwenkbar ausgeführt ist.
3. Optische Datenübertragungseinrichtung nach  
Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der ge-  
bündelte Sendestrahle dem gebündelten Empfangs-  
strahl in der Richtung nachgeführt wird.
4. Optische Datenübertragungseinrichtung nach  
Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere  
optische Empfänger verwendet werden.
5. Optische Datenübertragungseinrichtung nach  
Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Emp-  
fangsstrahlen (4, 6, 8) in einer horizontal ausgerich-  
teten Linie angeordnet sind.
6. Optische Datenübertragungseinrichtung nach  
Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Emp-  
fangsstrahlen in Fahrzeuglängsachse mit einem  
Öffnungswinkel  $\alpha < 5^\circ$  am stärksten gebündelt  
sind.
7. Optische Datenübertragungseinrichtung nach  
Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß sich die  
Empfangsstrahlen zur Seite hin auf einen Öffnungs-  
winkel  $\alpha > 5^\circ$  verbreitern.
8. Optische Datenübertragungseinrichtung nach  
Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur opti-  
schen Abbildung der Empfangsstrahlen auf die  
Empfangssensoren eine asphärische Linse verwen-  
det wird.
9. Optische Datenübertragungseinrichtung nach  
Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß als opto-  
elektrischer Wandler ein Photodiodenarray ver-  
wendet wird.
10. Optische Datenübertragungseinrichtung nach  
Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die opto-  
elektrischen Wandler zusammen mit den Vorver-

stärkern auf einem gemeinsamen Substrat inte-  
griert sind.

11. Optische Datenübertragungseinrichtung nach  
Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine Aus-  
wahllogik (15, 16, 18) einen Empfangskanal mit aus-  
reichendem Störabstand auswählt.

12. Optische Datenübertragungseinrichtung nach  
Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur glei-  
chen Zeit mehrere Empfangskanäle mit ausrei-  
chendem Störabstand ausgewählt werden.

13. Optische Datenübertragungseinrichtung nach  
Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß Daten-  
kanäle von mehreren Datenquellen parallel verar-  
beitet werden.

14. Optische Datenübertragungseinrichtung nach  
Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß Daten  
aus unterschiedlichen Empfangskanälen aber von  
identischen Datenquellen als logische Kanäle ver-  
arbeitet werden.

15. Optische Datenübertragungseinrichtung nach  
Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die vor-  
handenen lichttechnischen Einrichtungen eines  
Fahrzeugs als optische Sender und Empfänger be-  
nutzt werden.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

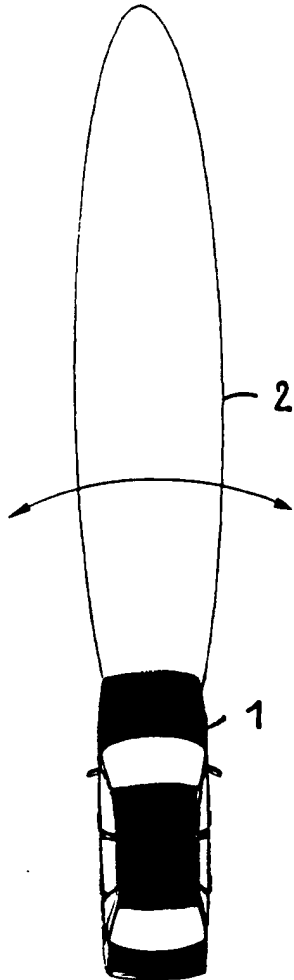


Fig. 1

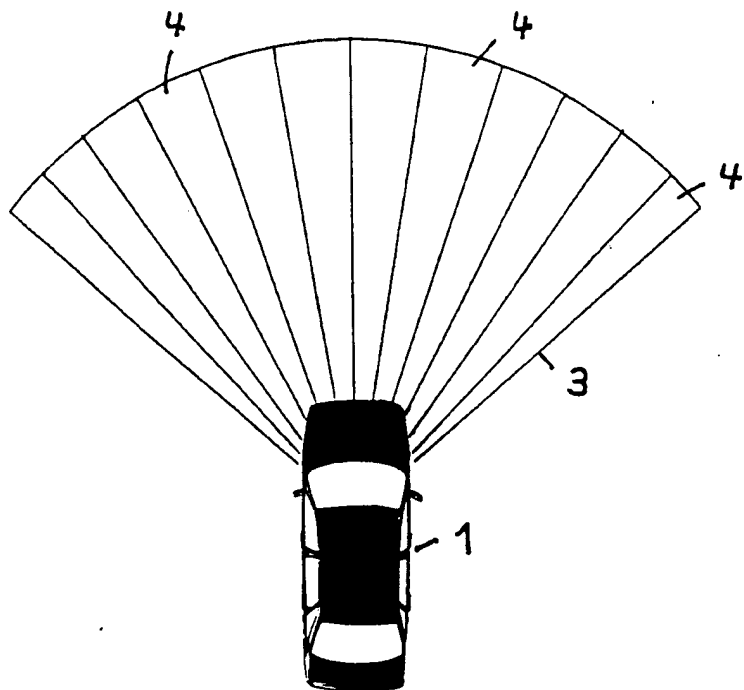


Fig. 2

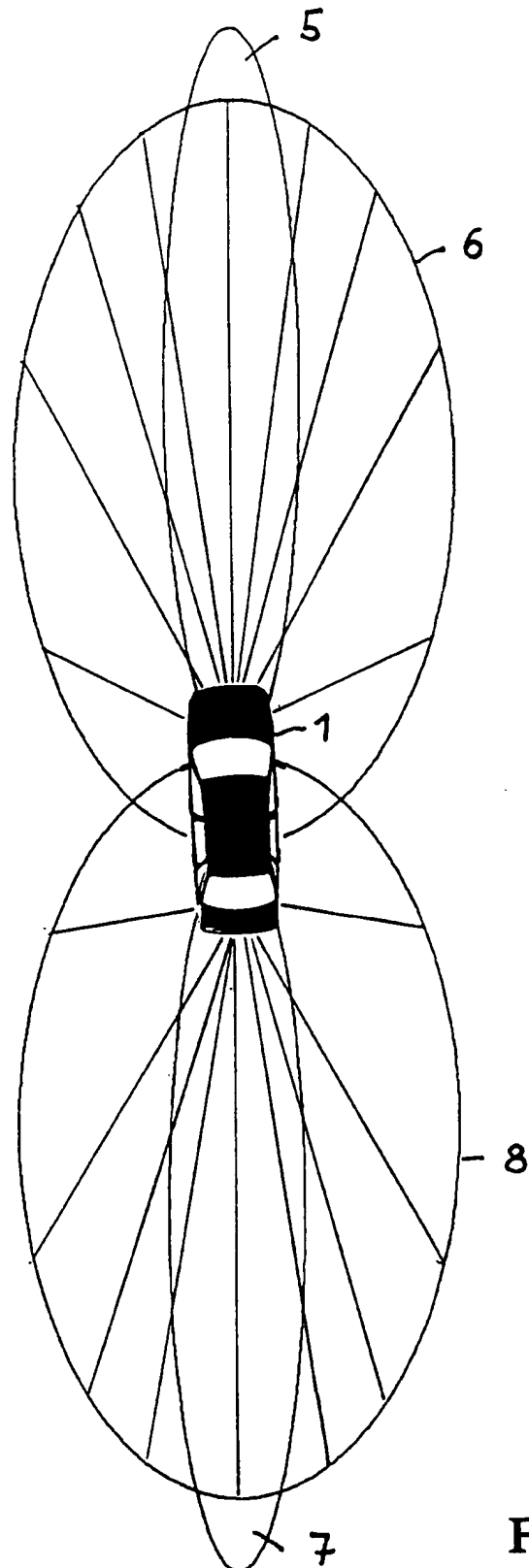


Fig. 3

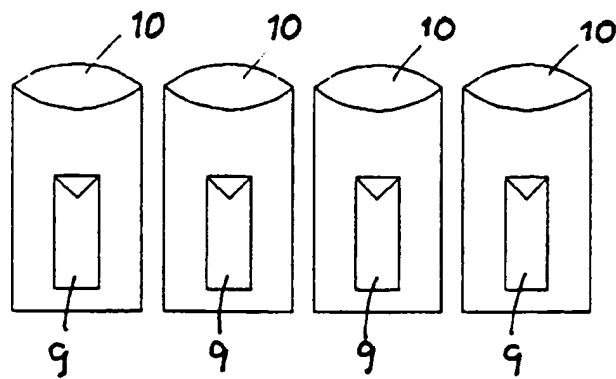


Fig. 4

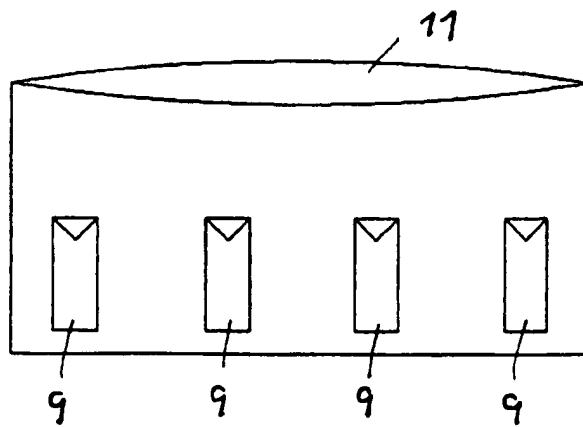


Fig. 5

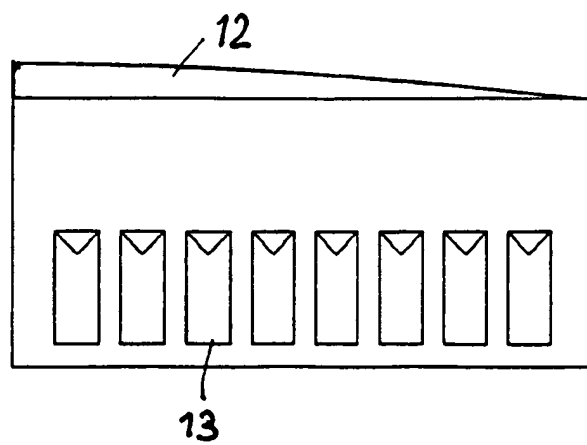


Fig. 6



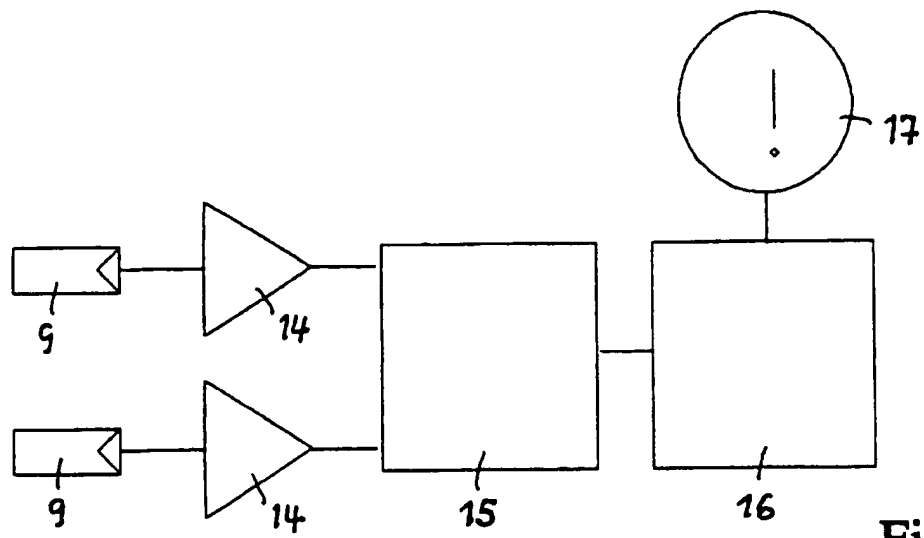


Fig. 7

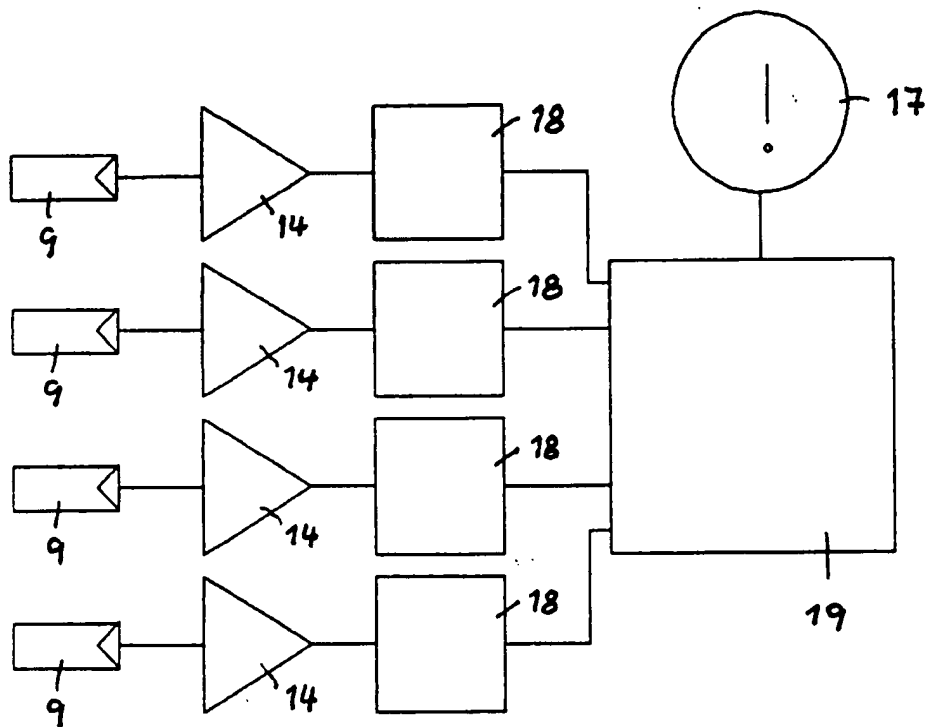


Fig. 8

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 42 39 863 A 1

⑳ Aktenzeichen: P 42 39 863.0  
㉑ Anmeldetag: 27. 11. 92  
㉒ Offenlegungstag: 29. 4. 93

㉓ Int. Cl. 5:  
H 04 B 10/10  
H 04 B 1/02  
G 08 C 17/00  
H 04 L 1/06  
B 60 Q 1/00

DE 42 39 863 A 1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

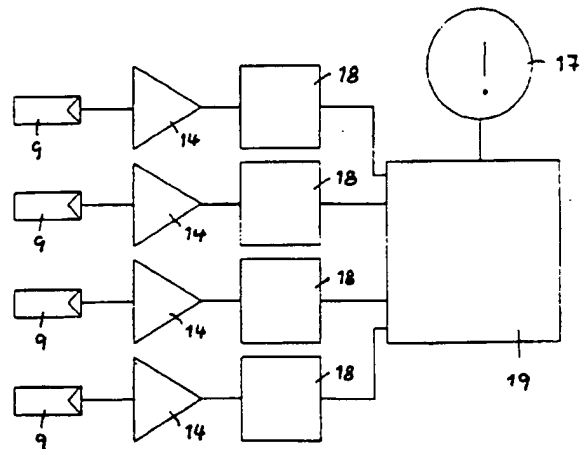
㉔ Anmelder:  
Sauer, Gerd, 5190 Stolberg, DE

㉕ Erfinder:  
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉖ Optische Datenübertragung

㉗ Eine Datenübertragungseinrichtung für Fahrzeuge besteht auf der Empfängerseite aus mehreren Empfangskanälen, die durch Auffächerung eines Empfangsstrahls in einzelne Segmente entstehen. Jedes Strahl-Segment bildet mit einem photoempfindlichen Sensor (9) einen Empfangskanal. Durch eine Signal- und Daten-Bewertungseinrichtung (18, 19) wird ein Kanal mit ausreichendem Störabstand selektiert und für die Weiterleitung der Daten an eine Ausgabeeinrichtung (17) freigegeben.



DE 42 39 863 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Übertragung von Daten zwischen Fahrzeugen untereinander und zwischen Fahrzeugen und festen Stationen, mit Hilfe von moduliertem Licht oder lichtähnlichen Wellen, wobei auf der Empfangsseite eine Empfangseinrichtung existiert, die mit Hilfe eines Datenempfängers in Form eines photoempfindlichen Sensors die optischen Daten in elektrische zurückwandelt.

Datenübertragungseinrichtungen mit Hilfe modulierter lichtähnlicher Strahlung sind bekannt. Sie werden als stationäre Einrichtungen für Reichweiten bis zu 200 Meter eingesetzt.

Für den Fahrzeugverkehr existieren solche Einrichtungen für relativ kurze Übertragungswege von maximal 50 Meter.

Bei stationärer Übertragung wird üblicherweise ein sehr stark gebündelter Sendestrahle in Richtung auf den Empfänger abgestrahlt, und der Empfänger selbst wird präzise auf den Sender ausgerichtet. Im Extremfall lassen sich mit solchen Anordnungen Reichweiten im Kilometerbereich überbrücken. Bei Mobilbetrieb ist keine Ausrichtung von Sender und Empfänger aufeinander möglich, da sich die Fahrzeuge laufend bewegen.

Vereinfacht wird die Situation, wenn sich die Mobilstationen auf festgelegten Routen bewegen. Dies ist zum Beispiel im Straßenverkehr der Fall. Hier genügt eine grobe Ausrichtung in Richtung der Fahrzeuglängsachse.

Die am Fahrzeug vorhandenen optischen Signalgeber, wie Scheinwerfer und Rückleuchten, arbeiten bereits mit diesem Prinzip. Moduliert man sie, so hat man schon recht brauchbare ausgerichtete optische Datensender.

Etwas schwieriger sieht es mit dem optischen Empfänger aus. Eine grobe Ausrichtung in Fahrzeuglängsachse verbessert zwar die Empfindlichkeit erheblich, jedoch befinden sich auf der Straße zumindest bei Dunkelheit neben den Datenlichtquellen in den meisten Fällen noch mehrere nicht modulierte Störlichtquellen. Diese verstopfen den Empfangssensor und verringern damit seine Empfindlichkeit erheblich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Reichweite des optischen Datenübertragungssystems mit Hilfe geeigneter optischer und elektronischer Maßnahmen besonders auf der Empfängerseite zu vergrößern und gleichzeitig Störungen, die durch andere Lichtquellen hervorgerufen werden, zu beseitigen.

Gemäß der Erfindung wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß das Sichtfeld des Empfängers mit Hilfe einer Optik mit langer Brennweite so eingeengt wird, daß der Empfangssensor nur noch in einem kleinen Winkelbereich Licht oder lichtähnliche Strahlen empfängt. Die Einengung des Empfangswinkels mit Hilfe eines Teleobjektivs vergrößert die Reichweite des optischen Empfängers erheblich. Nachteilig ist allerdings, daß durch das eingeengte Sichtfeld nur durch Zufall eine optische Datenquelle empfangen wird; nämlich dann, wenn der Empfangsstrahl, das heißt der Winkelbereich, in dem der Photoempfänger sensitiv ist, auf die modulierte Lichtquelle ausgerichtet ist. Dieser Nachteil muß durch geeignete Maßnahmen wieder beseitigt werden.

Eine mögliche Lösung dieses Problems besteht in einer Nachführanordnung für den Empfangssensor. Solche Einrichtungen sind bekannt, zum Beispiel von Sonnenkollektoren, die durch geeignete Sensoren und Stellmotoren immer auf die Sonne ausgerichtet werden.

Für die optische Datenübertragung kommt allerdings erschwerend hinzu, daß nicht nur auf Datenlichtquellen ausgerichtet werden muß. Die Nachführeinrichtung muß auch zwischen modulierten und unmodulierten Lichtquellen unterscheiden können. Unmodulierte Lichtquellen werden dann als nicht empfangswürdig ausgeschieden.

Die Nachführung selbst kann über mechanische Stellglieder, wie Servomotoren, erfolgen. Allerdings wird die nötige Nachführgeschwindigkeit dabei Probleme bereiten.

Eine elegantere und effektivere Methode besteht in der Verwendung des Diversity-Prinzips. Hierzu werden mehrere optische Empfänger mit starr ausgerichteten Sensoren benutzt. Jedem Empfangskanal ist ein spezieller Raumwinkel zugeteilt. Eine Selektionslogik entscheidet, welcher Kanal für den Empfang freigegeben werden kann. Als Freigabekriterium für den entsprechenden Kanal dienen die Modulation des Lichtträgers und ein ausreichender Signal/Störabstand. Der Lichtkanal, der diese Bedingungen erfüllt, wird als Datenkanal freigegeben. Diese Methode hat nicht nur den Vorzug der Schnelligkeit, sondern ermöglicht auch die Selektion mehrerer Datenstationen zur gleichen Zeit.

Zur Realisierung ist folgender Weg gangbar: In der Fahrzeuglängsachse wird durch eine entsprechende Linsenanordnung ein mehrfach sektorieller Empfangsbereich aufgebaut. Jeder Sektor stellt einen eigenen Empfangskanal dar. Nach einer Vorverstärkerstufe werden die einzelnen Kanäle in einem Selektionsschalter zusammengeführt.

Dem Selektor folgt eine Bewertungsstufe, welche die Empfangsqualität des Signals prüft und bei Unterschreitung eines Mindestpegels an den Selektor den Befehl zum Weiterschalten gibt. Im Prinzip ist der Aufbau ähnlich einer Antennendiversity-Schaltung, wie sie für den Empfang von Hochfrequenz-Sendern unter schwierigen Empfangsverhältnissen eingesetzt wird.

Bei der Datenübertragung zwischen mobilen Stationen kommt es häufiger vor, daß mehrere Stationen gleichzeitig ihre Daten absetzen. Das führt im allgemeinen zum Verlust beider Datensätze. Für solche Fälle ist es hilfreich, wenn mehrere parallele Datenkanäle im Empfänger existieren. Die Schaltung für die Qualitätsbewertung wird in diesem Fall ergänzt durch einen Datenvergleich, der dafür sorgt, daß die beiden Datenkanäle auf unterschiedliche Datensender eingestellt sind. Mit zwei Datenkanälen können so zwei Datensender zur gleichen Zeit empfangen werden.

Da sich sowohl Sender als auch Empfänger bewegen, bleibt die empfangene Station nicht sehr lange in einem Empfangskanal, sondern wechselt in den benachbarten. Um die Daten nicht auf diese Weise zu verlieren, werden sie im Auswerterechner unabhängig vom Empfangskanal ihrem Sender zugeordnet und in logischen Kanälen verwaltet.

Hierbei wird davon ausgegangen, daß die Datensender ihre Daten in Paketform, wie es in der Datenfernübertragungstechnik üblich ist, absenden. In jedem Datenpaket ist eine Kennung enthalten, die den individuellen Absender kennzeichnet. Damit lassen sich Datenpakete die von einem Absender stammen, im Speicher des Empfänger-Rechners sammeln und zu einem logischen Kanal zusammenfügen.

Die Aufteilung des Empfangsbereichs in mehrere Sektoren läßt sich auf verschiedene Arten verwirklichen: Im einfachsten Fall werden mehrere optische Sensoren im Brennpunkt jeweils einer Linse angeordnet.

Entsprechend der Detektorfläche wird eine Linsenbrennweite gewählt, die einen Empfangsstrahl mit etwa 2 bis 5 Grad Öffnungswinkel erzeugt. Durch eine linienförmige Anordnung mehrerer Detektor/Linsen-Kombinationen in horizontaler Richtung läßt sich eine lückenlose Erfassung eines größeren Winkelbereichs erreichen. Je feiner die Winkelerfassung gewählt ist, desto höher wird die Empfangsempfindlichkeit.

Um den Aufwand und die mechanischen Dimensionen einer solchen optischen Diversity-Empfangseinrichtung zu verringern, kann man auch anstelle mehrerer Einzellinsen eine Einzel-Linse verwenden, die in Front vor einer Detektorzeile angeordnet ist.

Man kann noch weiter gehen, und anstelle von einzelnen Detektordioden integrierte Diodenarrays verwenden. Die Einzeldioden befinden sich dann linienförmig auf einem gemeinsamen Substrat.

Als weiterer Integrationsschritt ist denkbar, daß man die Vorverstärkerstufen zusammen mit dem Selektionsschalter und den Empfangssensoren auf einem Substrat integriert.

Die vorteilhafte Ausgestaltung und Weiterbildung der Erfindung ergibt sich aus den Unteransprüchen und aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele anhand von Zeichnungen.

Von den Zeichnungen zeigt

Fig. 1 ein Fahrzeug mit einer in horizontaler Richtung schwenkbarer Sende/Empfangskeule;

Fig. 2 ein Fahrzeug mit einer in horizontaler Richtung segmentierter Empfangskeule;

Fig. 3 ein Fahrzeug mit einer erfindungsgemäßen Sende- und Empfangs-Strahlausstattung;

Fig. 4 eine Anordnung optischer Sensoren mit Einzelausrichtung;

Fig. 5 eine Anordnung optischer Sensoren mit gemeinsamer Optik;

Fig. 6 eine Anordnung optischer Sensoren in Array-Form;

Fig. 7 eine 2-kanalige Empfangseinrichtung;

Fig. 8 eine 4-kanalige Empfangseinrichtung für Parallel-Empfang.

Fig. 1 zeigt ein Fahrzeug 1 mit einem keulenförmigen Lichtstrahl 2, wie er von einem normalen Scheinwerfer erzeugt wird. Dieselbe Keule entsteht als Linie gleicher Empfindlichkeit, wenn das optische System anstelle der Lampe mit einem optischen Sensor bestückt ist. Zur Datenübertragung wird der Lichtstrahl 2 moduliert. Um die Reichweite der Datenübertragung zu erhöhen, kann der Lichtkegel 2 dem Straßenverlauf nachgeführt werden. Auf der Empfangsseite besteht die gleiche Möglichkeit, durch Schwenken des Empfangskegels. Hierzu ist eine Nachsteuereinrichtung erforderlich, die den Empfangskegel 2 immer auf die Richtung mit der höchsten Empfangsspannung einstellt.

Fig. 2 zeigt ein Fahrzeug 1 mit einem aufgefächerten Empfangsstrahl 3. Anstelle eines beweglichen Empfangskegels wurde hier ein breiter, horizontaler, in mehrere Segmente 4 aufgefächelter Empfangsstrahl verwendet. Jedes Segment 4 bildet einen eigenen unabhängigen Empfangsstrahl. Mit einem nachgeschalteten Multikanalempfänger kann der Kanal mit dem besten Übertragungsverhalten ausgewählt werden. Natürlich kann nach diesem Prinzip auch der Sendestrahle gesteuert werden. Besonders wirkungsvoll läßt sich die Reichweite dadurch erhöhen, daß ein Sendestrahle in der Richtung des optimalen Empfangsstrahls aktiviert wird.

Fig. 3 zeigt die gesamte Anordnung einer optischen Datenübertragungseinrichtung an einem Fahrzeug 1

mit einem Sendestrahle 5 und einem aufgefächerten Empfangsstrahl 6 im Frontbereich des Fahrzeugs dar. Analog dazu ist im Heckbereich des Fahrzeugs 1 ebenfalls ein Sendestrahle 7 und ein aufgefächelter Empfangsstrahl 8 für den rückwärtigen Straßenbereich vorhanden. Als Sendekegel wird ein kräftiger Strahl 5 und 7 jeweils nach vorn und hinten in der Fahrzeuglängsachse gewählt. Die Empfangskegel 6 und 8 nach vorne und hinten werden jeweils aufgefächert. Durch entsprechende Gestaltung der Optik wird erreicht, daß die Empfangskegel in Richtung der Fahrzeuglängsachse schmaler sind und damit eine höhere Reichweite besitzen. Zur Seite hin werden sie breiter und unempfindlicher. Hiermit wird die Geometrie der Empfangskeule an die Straßengeometrie angepaßt.

Fig. 4 stellt den grundsätzlichen Aufbau einer Multi-sensoranordnung dar. Jedem optischen Sensor 9 ist eine Abbildungsoptik 10 zugeordnet, die für die Eingrenzung des Blickwinkels des Sensors und die Erhöhung der Sensorempfindlichkeit in dieser Richtung sorgt. Durch entsprechende Ausrichtung der einzelnen Sensoren entstehen lückenlos aneinandergereihte Empfangssektoren.

Fig. 5 zeigt die gleiche Sensoranordnung wie in Fig. 4, wobei die Einzellinsen 10 durch eine einzige Linse 11 ersetzt wurde. Die Geometrie der Empfangssektoren wird in diesem Fall durch die Größe und Verteilung der optischen Sensoren gestaltet. Zur Vereinfachung des Aufbaus ist es sinnvoll, die Einzelsensoren 9 durch ein Sensoren-Array zu ersetzen. Auch hier wird die Segmentierung mit Hilfe der Verteilung der Einzelsensoren auf dem Array gestaltet.

Fig. 6 stellt eine kompakte Sensoranordnung dar, mit einer Abbildungslinse 12 mit asphärischer Kontur, mit deren Hilfe die ungleichmäßige Struktur der segmentierten Empfangsstrahlen 6 und 8 in Fig. 3 erzeugt werden kann. Die Sensoren 13 sind hier linienförmig in Arrayform angeordnet.

Fig. 7 zeigt als Beispiel eine 2-kanalige Empfangsanordnung bestehend aus den optischen Sensoren 9, den Vorverstärkern 14, einer Signalbewertungs- und Auswahl-Schaltung 15 einer Datenbewertungsschaltung 16 und einer Anzeigeeinheit 17.

Das modulierte optische Signal wird zunächst durch die Sensoren 9 in ein elektrisches Signal umgewandelt. Die Verstärker 14 sind frequenzselektiv und verstärken das Nutzsignal soweit, daß es von der nachfolgenden Signalbewertungsstufe weiterverarbeitet werden kann. Die Signalbewertungsstufe 15 wählt zunächst einen der Kanäle aus und prüft das Signal auf ausreichenden Störabstand. Bei positivem Prüfergebnis wird der Kanal beibehalten und das Signal an den nachfolgenden Datenbewerter 16 weitergegeben. Bei zu niedrigem Störabstand wird ein anderer Kanal ausgewählt. Der Datenbewerter 16 demoduliert den digitalen Datenstrom, der aus dem Signalbewerter kommt, in Datenworte. Mit Hilfe üblicher Prüfalgorithmen mit Prüfsummenvergleich werden die Datenworte auf Richtigkeit überprüft und gegebenenfalls korrigiert. Stellt der Datenbewerter 16 nicht-korrigierbare Datenworte fest, gibt er an den Signalbewerter 15 einen Umschaltbefehl zurück, so daß dieser trotz ausreichendem Störabstand einen besseren Kanal sucht.

Der Datenbewerter 16 hat weiterhin die Aufgabe den Inhalt der Datenworte zu prüfen, zu dekodieren und Form an die Ausgabeeinheit 17 weiterzugeben. Diese gibt sie in geeigneter Form als Zeichen oder Graphik in einem Display aus, oder wandelt sie in eine für den Menschen verständliche Tonfolge, wie zum Beispiel

Sprache um.

Fig. 8 zeigt eine 4-kanalige optische Datenempfangs-  
einrichtung mit paralleler Datenverarbeitung. Die opti-  
schen Sensoren 9 wandeln das optische Signal in ein  
elektrisches Signal um, was dann von den frequenzse-  
lektiven Verstärkern 14 verstärkt und in getrennten Si-  
gnalbewertungsstufen 18 auf ausreichenden Störab-  
stand überprüft wird. Die Signalbewertungsstufen 18  
führen anschließend eine Daten-Bewertung und Kor-  
rektur durch. Einwandfreie Datensätze aus den Signal-  
bewertern 18 werden parallel an den Datenmultiplexer  
19 weitergegeben. Der Datenmultiplexer 19 besteht aus  
einem schnellen Rechner, der in der Lage ist, große  
Datenmengen aufzunehmen, sie zu sortieren und, bezo-  
gen auf die Datenquellen hin, logischen Kanälen zuzu-  
ordnen. Die Daten werden kanalbezogen zwischenge-  
speichert und falls nötig, in einer Datenausabeeinheit  
17 optisch oder akustisch ausgegeben.

#### Patentansprüche

1. Optische Datenübertragungseinrichtung insbe-  
sondere für den Straßenverkehr mit Fahrzeugen  
mit wenigstens einem Datensender in Form einer  
modulierten Lichtquelle und wenigstens einem Da-  
tenempfängers in Form eines photoempfindlichen  
Sensors, **dadurch gekennzeichnet**, daß der photo-  
empfindliche Sensor mit einer optischen Einrich-  
tung versehen ist, die den Empfangsbereich des  
Sensors zu einem gebündelten Empfangsstrahl ein-  
engt und einer Steuereinrichtung, die den Emp-  
fangsstrahl auf die zu empfangende optische Da-  
tenquelle ausrichtet.
2. Optische Datenübertragungseinrichtung nach  
Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Emp-  
fangsstrahl (2) schwenkbar ausgeführt ist.
3. Optische Datenübertragungseinrichtung nach  
Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der ge-  
bündelte Sendestrahle dem gebündelten Empfangs-  
strahl in der Richtung nachgeführt wird.
4. Optische Datenübertragungseinrichtung nach  
Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere  
optische Empfänger verwendet werden.
5. Optische Datenübertragungseinrichtung nach  
Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Emp-  
fangsstrahlen (4, 6, 8) in einer horizontal ausgerich-  
teten Linie angeordnet sind.
6. Optische Datenübertragungseinrichtung nach  
Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Emp-  
fangsstrahlen in Fahrzeuglängsachse mit einem  
Öffnungswinkel  $\alpha < 5^\circ$  am stärksten gebündelt  
sind.
7. Optische Datenübertragungseinrichtung nach  
Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß sich die  
Empfangsstrahlen zur Seite hin auf einen Öffnungs-  
winkel  $\alpha > 5^\circ$  verbreitern.
8. Optische Datenübertragungseinrichtung nach  
Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur opti-  
schen Abbildung der Empfangsstrahlen auf die  
Empfangssensoren eine asphärische Linse verwen-  
det wird.
9. Optische Datenübertragungseinrichtung nach  
Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß als opto-  
elektrischer Wandler ein Photodiodenarray ver-  
wendet wird.
10. Optische Datenübertragungseinrichtung nach  
Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die opto-  
elektrischen Wandler zusammen mit den Vorver-

stärkern auf einem gemeinsamen Substrat inte-  
griert sind.

11. Optische Datenübertragungseinrichtung nach  
Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine Aus-  
wahllogik (15, 16, 18) einen Empfangskanal mit aus-  
reichendem Störabstand auswählt.

12. Optische Datenübertragungseinrichtung nach  
Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur glei-  
chen Zeit mehrere Empfangskanäle mit ausrei-  
chendem Störabstand ausgewählt werden.

13. Optische Datenübertragungseinrichtung nach  
Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß Daten-  
kanäle von mehreren Datenquellen parallel verar-  
beitet werden.

14. Optische Datenübertragungseinrichtung nach  
Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß Daten  
aus unterschiedlichen Empfangskanälen aber von  
identischen Datenquellen als logische Kanäle ver-  
arbeitet werden.

15. Optische Datenübertragungseinrichtung nach  
Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die vor-  
handenen lichttechnischen Einrichtungen eines  
Fahrzeugs als optische Sender und Empfänger be-  
nutzt werden.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

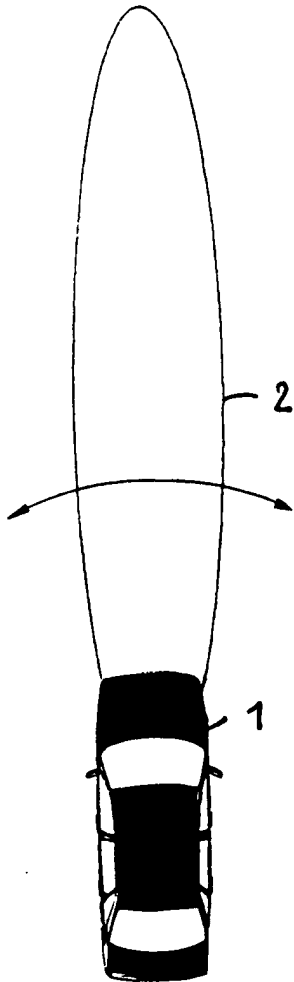


Fig. 1

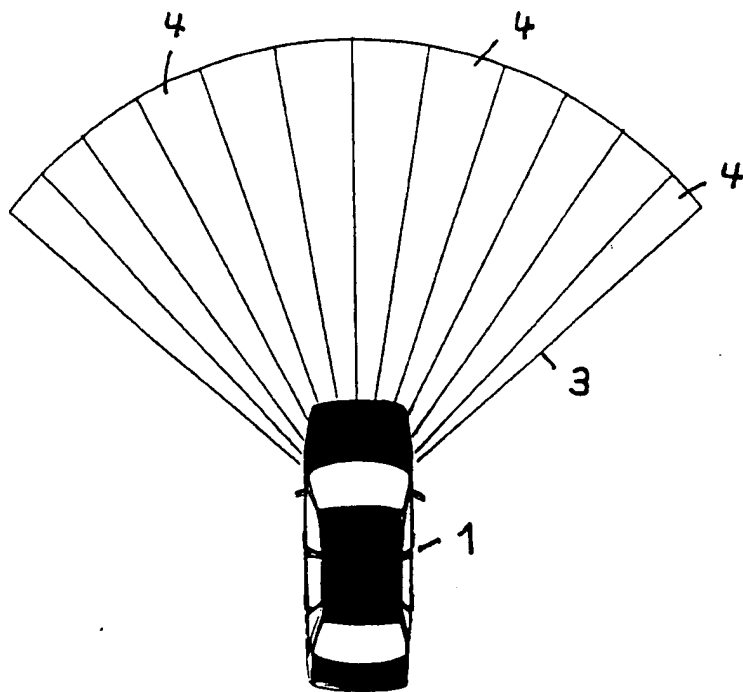


Fig. 2

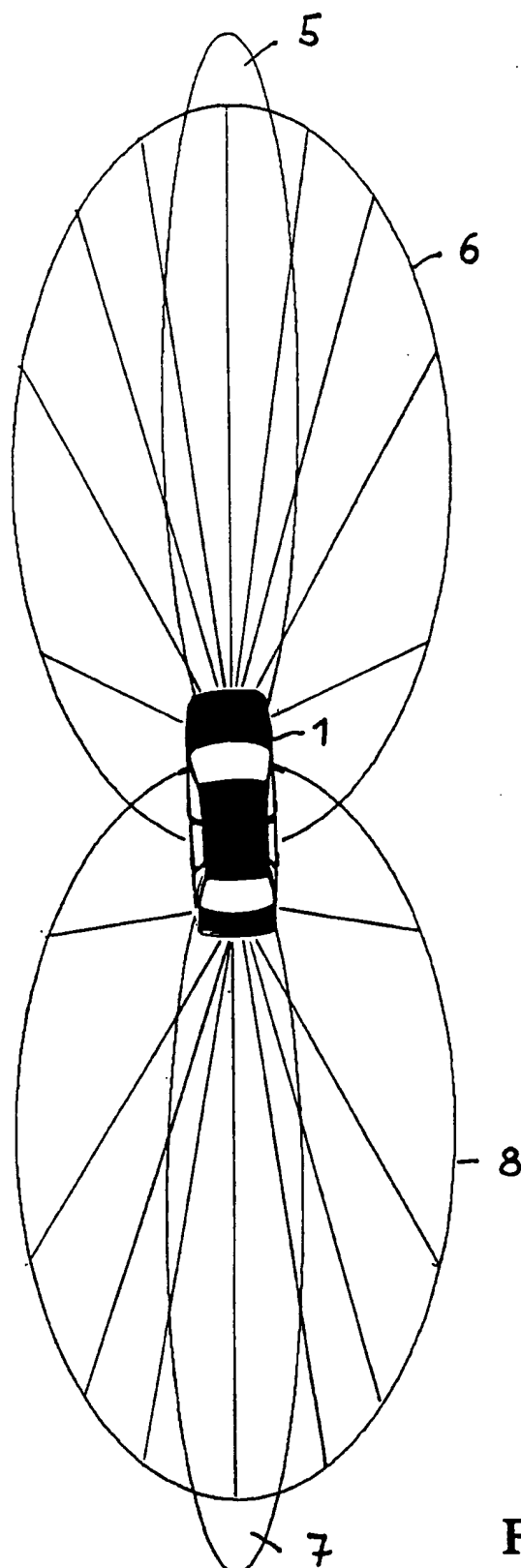


Fig. 3

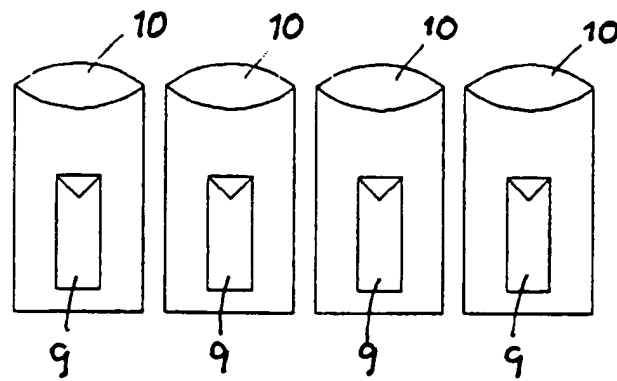


Fig. 4

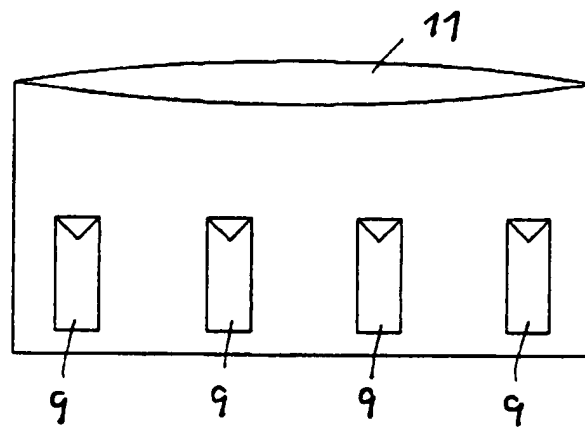


Fig. 5

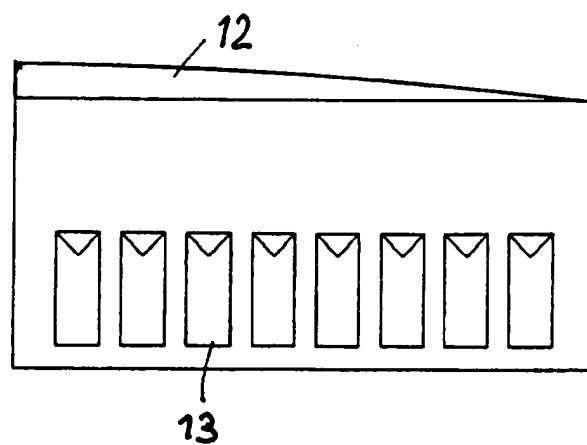


Fig. 6



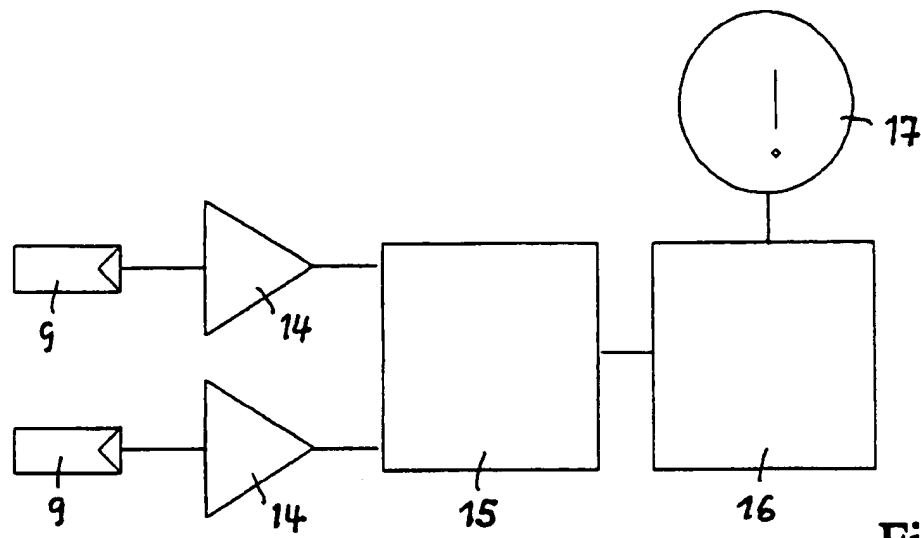


Fig. 7

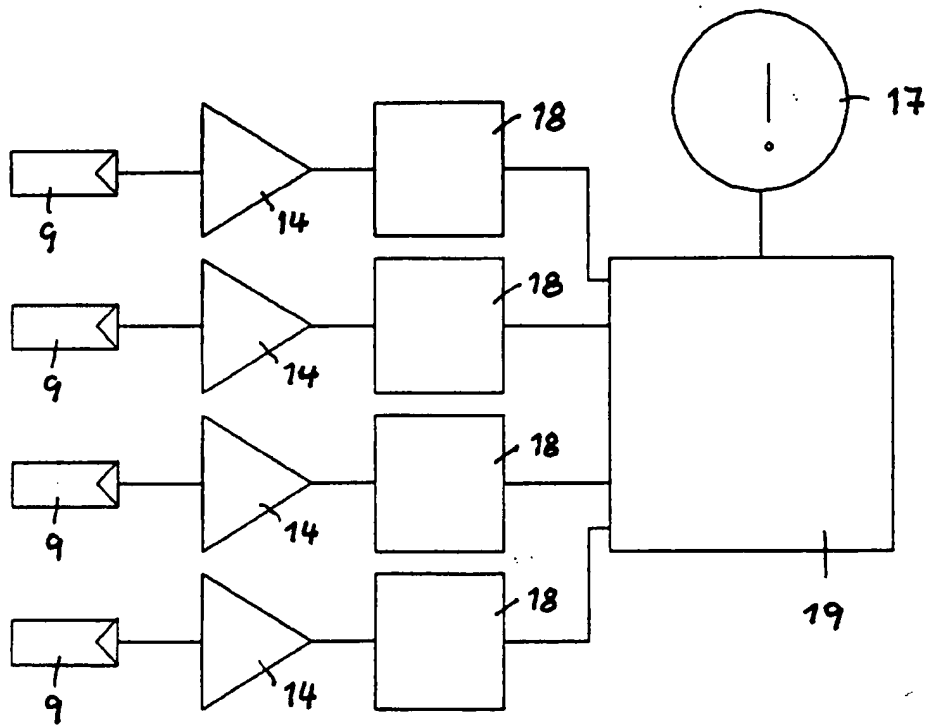


Fig. 8